

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
27. September 2001 (27.09.2001)

PCT

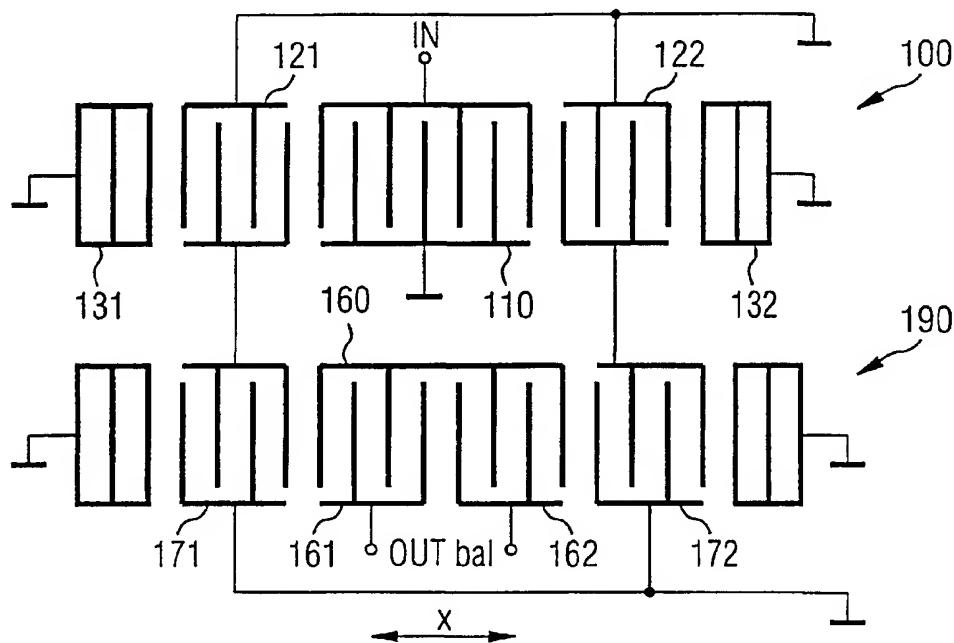
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 01/71911 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation⁷: **H03H 9/64** (72) Erfinder; und
(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE01/00653 (75) Erfinder/Anmelder (*nur für US*): HAGN, Peter [DE/DE];
Hasenweg 21, 85464 Neufinsing (DE). SELMEIER, Peter
[DE/DE]; Buchenstrasse 2, 83558 Maitenbeth (DE).
(22) Internationales Anmeldedatum: 20. Februar 2001 (20.02.2001) (74) Anwalt: EPPING HERMANN & FISCHER GBR;
Postfach 12 10 26, 80034 München (DE).
(25) Einreichungssprache: Deutsch (81) Bestimmungsstaaten (*national*): CA, CN, JP, KR, US.
(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch (84) Bestimmungsstaaten (*regional*): europäisches Patent (AT,
BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC,
NL, PT, SE, TR).
(30) Angaben zur Priorität: 100 13 861.6 21. März 2000 (21.03.2000) DE
(71) Anmelder (*für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US*): EPCOS AG [DE/DE]; St.-Martin-Str. 53, 81541 München (DE).
Veröffentlicht:
— mit internationalem Recherchenbericht

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: DUAL-MODE SURFACE WAVE FILTER WITH IMPROVED SYMMETRY AND INCREASED REVERSE ATTENUATION

(54) Bezeichnung: DUALMODE-OBERFLÄCHENWELLENFILTER MIT VERBESSERTER SYMMETRIE UND ERHÖHTER SPERRDÄMPFUNG



(57) Abstract: A DMS filter is disclosed, with a first and second inter-digital converter as signal input or output, arranged between reflector structures, whereby at least one acoustic track has a mid-converter split into part converters, symmetrically arranged about the perpendicular to the propagating direction. The DMS filter is linked to a housing with connector pads or pins in a symmetrical manner, such that an axially symmetrical connection layout is achieved.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



WO 01/71911 A1



— vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes, und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(57) Zusammenfassung: Es wird ein DMS-Filter vorgeschlagen mit ersten und zweiten Interdigitalwandlern als Signaleingang oder -ausgang, die sich zwischen Reflektorstrukturen befinden, wobei mindestens eine akustische Spur einen symmetrisch zur Senkrechten der Ausbreitungsrichtung in Teilwandler gesplitteten Mittelwandler besitzt. Das DMS-Filter ist in symmetrischer Weise mit einem Gehäuse mit Anschlusspads oder Anschlusspins verbunden, so dass eine achsensymmetrische Anschlussbelegung gegeben ist.

Beschreibung

Dualmode-Oberflächenwellenfilter mit verbesserter Symmetrie und erhöhter Sperrdämpfung

5

Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf ein vorzugsweise höchst selektives Hochfrequenz-Oberflächenwellenfilter vom Typ Dualmode-Oberflächenwellenfilter (DMS-OFW-Filter oder auch DMS-Filter). Es ist dafür auch die Bezeichnung

10 Longitudinalmodenresonatorfilter in Gebrauch. Diese DMS-Filter werden als Bandpaßfilter, vorzugsweise in schnurlosen oder zellularen Telefonen, eingesetzt. Nimmt man als Beispiel ein zellulares Telefon, so können die DMS-Filter im HF-Empfänger- oder Sendeteil sitzen. Im Empfängerteil werden
15 DMS-Filter z.B. zwischen dem ersten rauscharmen Vorverstärker (LNA) und dem anschließenden Mischer positioniert, so daß nur das gefilterte Signal auf die Zwischenfrequenz umgesetzt wird.

20 Bekannt sind DMS-Filter z.B. als Einspur-Filter. Für eine höhere Selektion werden auch Filter hergestellt und verwendet, in denen zwei solcher Filterspuren zu einem Filter zusammengefasst kaskadiert auf einem Substrat angeordnet sind. Solche DMS-Filter sind z.B. aus der EP-0836278A
25 bekannt. Die Figur 13 zeigt eine bekanntes kaskadiertes Zweispurfilter aus zwei miteinander verschalteten Einspur-DMS-Filtern.

Diese Ausführungsformen haben, bezogen auf die jeweilige
30 Oberflächenwellenspур, jeweils endständige Resonator-/Reflektorstrukturen und zwischen diesen für Signaleingang und für Signalausgang jeweils wenigsten einen Interdigitalwandler.

35 Die Figur 13 zeigt ein bekanntes kaskadiertes Filter, das zwei akustische Spuren bzw. zwei Einspur-Filter 1300, 1390 miteinander verschaltet umfasst. Bei diesem kaskadierten

Filter ist beispielsweise der Wandler 1310 als wahlweise unsymmetrischer / symmetrischer Eingang des Filters vorgesehen. Die Anschlüsse des in dieser Darstellung als Ausgang verwendeten Wandlers 1360 sind symmetrische (OUT bal und OUT bal) Ausgänge. Die übrigen Wandler 1321, 1322, 1371, 1372 sind hier, wie aus der Figur ersichtlich, Koppelwandler, mit denen die beiden Spuren 1300 und 1390 elektrisch miteinander verkoppelt sind.

- 10 Wie in der Figur 13 angegeben, können diese Eingangswandler symmetrisch oder unsymmetrisch betrieben werden, mit entweder beidseitig symmetrischen Signaleingang (IN bal / IN bal) oder mit unsymmetrischem Eingang einseitig gegen Masse (IN / ground). Es sei darauf hingewiesen, dass bei einem solchen
- 15 Filter Eingang und Ausgang vertauscht sein können bzw. auch vertauscht benutzt werden können.

Es ist Praxis, dass die Wandler 1310 und 1360 der Figur 13 in Bezug auf die zur Ausbreitungsrichtung x der Oberflächenwelle senkrechte Mittelebene M stets spiegelsymmetrisch ausgeführt

20 sind und dementsprechend eine ungerade Anzahl ineinandergreifender Finger haben. In der Figur sind dies z.B. jeweils fünf interdigital angeordnete Finger der Wandler 1310 und 1360.

- 25 Bevorzugt wird diese Anordnung für nicht impedanztransformierende Filter angewendet. Die Eingangsimpedanz ist in diesem Fall gleich der Ausgangsimpedanz, $Z_{in} = Z_{out}$. Am häufigsten wird die Impedanz $Z_{in} = Z_{out} = 50\Omega$ verwendet.

- 30 In dem vorab als Beispiel erwähnten Anwendungsgebiet kommen auch differentielle Mischer mit höheren Impedanzen (z.B. 200Ω) zum Einsatz. Bleibt der Ausgang des Vorverstärkers (LNA) jedoch 50Ω , so bietet ein impedanztransformierendes Filter die optimale Lösung bezüglich der Anpassung bei
- 35 minimaler Anzahl von Komponenten.

Diese Impedanztransformation kann - wie bekannt - auf zwei Arten erzeugt werden.

A) Aus dem Artikel "High Performance Balanced Type SAW Filters", von G. Endoh, M.Ueda, O. Kawachi und Y. Fujiwara, IEEE, Ultrasonics Symposium Oct. 1997, ist es bekannt, daß durch Verkleinerung der Apertur der Spur mit dem Ausgang gegenüber der Apertur der anderen Spur sich für diese eine höhere Impedanz Z_{out} ergibt. Nachteil dieser Lösung ist eine erhöhte Einfügedämpfung (gegenüber gleichen Aperturen) wegen interner Fehlanpassung der Spuren.

B) Um z.B. in einem DMS-Filter aus vier Einzelspuren eine 1:4 Impedanztransformation zu erreichen, werden zwei Spuren am Eingang parallel und zwei Spuren am Ausgang seriell miteinander verschaltet. Nachteil ist das grosse, extrem komplexe und damit für die Fertigung sehr aufwendige (viele Bonddrähte) Layout, das eine sehr große Chipfläche benötigt.

Für die in der Praxis vorkommende Anwendung als impedanztransformierendes unsymmetrisch/symmetrisches HF-Filter vor einem symmetrischen Mischer ist die Einhaltung der geforderten Symmetrie im Durchlaßbereich des Bandpaßfilters kritisch. Verlangt wird, daß die Amplitudensymmetrie der beiden Ausgangssignale a_1 und a_2 , definiert als $\Delta \text{ampl.} = \text{ampl.}(a_1) - \text{ampl.}(a_2)$ nicht größer als $\pm 1,0$ dB ist:

$$\Delta \text{ampl.} \leq \pm 1,0 \text{ dB}$$

Ebenso muß die Phasensymmetrie der beiden Ausgangssignale a_1 und a_2 , definiert als $\Delta\phi - 180^\circ$ mit $\Delta\phi = \phi(a_1) - \phi(a_2)$ im Durchlaßbereich unter 10° liegen:

$$\Delta\phi - 180^\circ \leq \pm 10^\circ$$

Ein weiteres Kennzeichen von symmetrischen Filtern ist die hohe Stopbandunterdrückung. Im Idealfall sind die beiden symmetrischen Signale außerhalb des Durchlassbereichs in Phase und betragsmäßig gleich gross. Jede Abweichung von

diesem Idealfall führt zu einer Verminderung der Signalauslöschung. Ein unerwünschtes Restsignal ist die Folge, d.h. das Filter hat eine geringere Stopbandunterdrückung (=Selektion außerhalb des Durchlaßbereiches).

5

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein Filter anzugeben, das eine Verbesserung der Symmetrieeigenschaften im Durchlaßbereich für den Betrieb als unsymm./symm. oder symm./symm. Filter bringt, ohne den Schaltungsaufwand oder
10 die erforderliche Chipfläche zu erhöhen.

Diese Aufgabe wird mit einem SAW-Filter nach Anspruch 1 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen.

15

Die Erfindung basiert auf einem DMS-Filter mit zumindest einer Spur auf einem piezoelektrischen Substrat mit einer ungeraden Anzahl erster Interdigitalwandler und einer geraden Anzahl zweiter Interdigitalwandler, die mit dem Eingang bzw
20 dem Ausgang des Filters verbunden sind und zwischen Reflektorstrukturen angeordnet sind. Bei zumindest einer akustischen Spur ist der Mittelwandler symmetrisch zur Senkrechten der Ausbreitungsrichtung der Oberflächenwelle in Teilwandler gesplittet, was zu einer geraden Anzahl von
25 Elektrodenfingern für diesen Mittelwandler führt. Das Filter ist außerdem in symmetrischer Weise mit den Anschlußpads oder Anschlußpins eines Gehäuses verbunden, und zwar so, daß eine achsensymmetrische Anschlußbelegung gegeben ist.

30

Erst die Splittung des Mittelwandlers, d.h. desjenigen der ungeradzahligen ersten Interdigitalwandler, der in der Mitte der Spur angeordnet ist, erlaubt eine achsensymmetrische Anbindung an die Anschlüsse des Gehäuses, die dann auch achsensymmetrisch angeordnet sind.

35

Durch die geometrische Symmetrieerhöhung wird auch die Symmetrie des Übertragungsverhaltens des Filters im

Durchlassbereich für die drei Fälle impedanztransformierendes unsymm./symm. Filter, impedanztransformierendes symm./symm. Filter und nicht impedanztransformierendes symm./symm. Filter verbessert.

5

Eine weitere Möglichkeit besteht darin, in mindestens zwei akustischen Spuren die Mittelwandler symmetrisch in Teilwandler zu splitten. Dabei ist die Summe der Fingeranzahlen der in einer akustischen Spur befindlichen gesplitteten Teilwandler gerade, während die Fingeranzahl der Teilwandler jeweils gerade oder ungerade sein kann. Vorzugsweise weisen bei kaskadierten erfindungsgemäßen Mehrspurfiltern die beiden äußeren mit Ein- oder Ausgang verbundenen Spuren gesplittete Mittelwandler auf. Bei einem symmetrisch/symmetrisch betriebenen Filter führt das zu einer weiteren Verbesserung des Übertragungsverhaltens.

Von Vorteil für ein symmetrisches Übertragungsverhalten ist weiterhin, wenn die Anbindung an das Gehäuse über Bumpverbindungen vorgenommen ist. Damit werden Unsymmetrien durch parasitäre Kapazitäten und Induktivitäten vermieden, die die Folge von oft unterschiedlich langen Bonddrähten sein können, was sich bei Draht-Bondung praktisch nicht vermeiden läßt. In der Folge ist das Filter vorzugsweise durch Flip-Chip-Technik in das Gehäuse eingebaut. Bumpverbindungen lassen sich regelmäßiger herstellen und erzeugen grundsätzlich geringere parasitäre Kapazitäten und Induktivitäten.

Von Vorteil ist es, wenn auch nicht gesplittete Mittelwandler oder andere Interdigitalwandler eine gerade Anzahl von Elektrodenfingern aufweisen.

Bei unsymmetrisch/symmetrischer Betriebsweise des Filters weist das unsymmetrische Tor (Ein- oder Ausgang) einen einzigen signalführenden Anschluß und einen dazugehörigen Masseanschluß auf. Das symmetrische Tor hat zwei

signalführende Anschlüsse. Dafür ist ein ideal symmetrisches Gehäuse mit fünf Anschlüssen (davon drei signalführende Anschlüsse) vorteilhaft, wobei das Anschlußpad für den signalführenden Anschluß am unsymmetrischen Tor auf der Symmetrieachse und die Anschlußpads für die paarweise vorhandenen Anschlüsse am symmetrischen Tor und für die Masse jeweils symmetrisch zur Symmetrieachse liegen. Zwei Masseanschlüsse haben den Vorteil, daß die Masseanbindung vom Chip zum Gehäuse und nach außen auch symmetrisch gestaltet werden kann.

Bei symmetrisch/symmetrischer Betriebsweise des Filters mit jeweils paarweise vorhandenen Anschlüssen ist ein ideal symmetrisches Gehäuse mit sechs Anschlüssen von Vorteil, wobei jeweils zwei Anschlußpads für die Masse, Ein- und Ausgang symmetrisch zur Symmetrieachse angeordnet sind.

Vorzugsweise sind die Anschlußpads für die Masse zwischen den Anschlußpads für Ein- und Ausgang angeordnet. Dies ermöglicht eine bessere kapazitive Trennung und vermindert so die nicht gewünschte Kopplung von Ein- und Ausgang (direktes Übersprechen).

In einer Ausführung der Erfindung sind die Anschlußpads für Masse zu einem gemeinsamen, zur Symmetrieachse symmetrischen Pad zusammengefaßt.

Zur Anpassung an eine Schaltungsumgebung kann das Filter Impedanz angepasst und insbesondere Impedanz transformierend sein. Diese Maßnahmen können bei einem erfindungsgemäßen Filter in an sich bekannter Weise vorgenommen werden. Vorzugsweise liegt der Impedanztransformationsfaktor bei 1:4. Bei Verwendung verschiedener Aperturen in den beiden Spuren (siehe Variante A) sind auch modifizierte Impedanztransformationsfaktoren möglich, jedoch erhöht sich dabei wie bereits erwähnt die Einfügedämpfung.

Im folgenden wird die Erfindung an Hand von Ausführungsbeispielen und der dazugehörigen 14 Figuren näher erläutert. Diese zeigen in teils schematischer und nicht maßstabsgetreuer Darstellung:

5

Figur 1 ein erfindungsgemäßes impedanztransformiertes Filter in unsymm./symm. Betriebsweise

Figur 2 eine Variante von Figur 1 mit veränderter Elektrodenfingeranzahl

10 Figur 3 die Meßkurve für die Amplitudensymmetrie eines Filters nach Figur 2

Figur 4 die Meßkurve für die Phasensymmetrie eines Filters nach Figur 2

Figur 5 ein impedanztransformiertes Filter in symm./symm. Betriebsweise

15

Figur 6 ein nicht impedanztransformiertes Filter in unsymm./symm. Betriebsweise

Figur 7 ein nicht impedanztransformiertes Filter in symm./symm. Betriebsweise

20 Figur 9 ein erfindungsgemäßes Filter in unsymm./symm. Betriebsweise mit einer DMS Spur

Figur 8 ein Gehäuse mit symmetrischer Anschlußfolge

Figur 10 eine Meßkurve für die Amplitudensymmetrie eines Filters im erfindungsgemäßen Gehäuse

25 Figur 11 die entsprechende Meßkurve für die Phasensymmetrie

Figur 12 ein Gehäuse mit symmetrischer Anschlußfolge und

Figur 13 ein bekanntes 2-Spur DMS-Filter.

Figur 14 eine Durchlaßkurve eines erfindungsgemäßen Filters

30 Figur 9 zeigt das Prinzip der Erfindung anhand einer DMS Spur 990 mit einem ersten, als Ausgang dienenden, in zwei Teilwandler 911, 912 gesplitteten Mittelwandler 910 und zwei zweiten, als Eingang dienenden Wandlern 971, 972. Die Wandler sind in der Spur beidseitig von Reflektoren 931, 932 begrenzt.

35 Die Symmetrieachse M steht senkrecht zur Ausbreitungsrichtung X der Oberflächenwelle und teilt den Mittelwandler 910, der ein erster Interdigitalwandler ist, symmetrisch. Die

dargestellte Struktur kann bereits als Filter dienen, wird jedoch vorzugsweise mit zumindest einer weiteren DMS Spur kaskadiert. Dabei können die Ausgänge der ersten oder zweiten Spur mit den Eingängen der zweiten oder ersten Spur verbunden werden. Generell können auch Ein- und Ausgänge vertauscht sein, das Filter also in die andere Richtung betrieben werden. Möglich ist es auch, seriell zu dem oder den Ein- oder Ausgängen weitere Elemente zu schalten, wie z.B. Resonatoren. Solche vorzugsweise verwendeten mehrspurigen DMS Filter sind in den folgenden Ausführungsbeispielen beschrieben.

Beispiel 1: Impedanztransformierendes unsymm./symm. Filter mit verbesserter Symmetrie im Durchlassbereich (Figuren 1 und 2)

In Figur 1 ist das Prinzip des nach der Form benannten V-Splits dargestellt. Der Ausgangswandler 160 ist in zwei Teilwandler 161 und 162 gesplittet. Diese werden elektrisch so miteinander verbunden, daß eine Serienschaltung der Teilwandler bezüglich der Anschlüsse des Filterausgangs entsteht. Daraus ergibt sich eine Vervierfachung der Impedanz, da sowohl die Wandlerhalbierung als auch die Serienschaltung jeweils eine Verdopplung der Impedanz nach sich zieht. Die Lage der Anschlüsse ermöglicht einen symmetrischen Anschluß bzw. Einbau in ein symmetrisches Gehäuse. Die (nicht dargestellte) Symmetrieachse steht senkrecht zur Ausbreitungsrichtung X der Oberflächenwelle und teilt die beiden Mittelwandler 110 und 160 symmetrisch.

30

In einer in Figur 2 dargestellten Variante zu der von Figur 1 wird auf der unsymm. Seite eine gerade Fingeranzahl für den mittleren Wandler 210 verwendet. In der Ausgangsspur wird der Koppelwandler 271 um die Achse x, in der die Wellenausbreitung stattfindet, geklappt. Das heisst, alle vier Koppelwandler (221, 222, 271, 272) haben eine gleiche Ausrichtung zum mittleren Wandler 210 oder 260 hin, mit dem

35

dem mittleren Wandler am nächsten liegenden ersten Finger. Im dargestellten Beispiel ist die Ausführung so gewählt, dass diese ersten Finger an den Koppelpads 240 und 241 zwischen den Spuren angeschlossen sind.

5

Die Anzahl der Finger in den Koppelwandlern (221, 222, 271, 272) kann gerad- oder ungeradzahlig sein. In der gezeigten Anordnung findet die Kopplung zwischen den Spuren im Gegentakt statt, d.h. mit entgegengesetzter Phasenlage in den Koppelpads 240 und 241. Die Anzahl der Finger in den gesplitteten Teilwandlern 261 und 262 in der Spur 290 ist üblicherweise gleich der halben Fingerzahl im Mittelwandler 210 der Spur 200. Die Fingerzahl im Eingangswandler 210 ist gerade.

10

15

Die Koppelwandler 221, 222, 271, 272 können an der äußeren, nicht mit einem Koppelpad 240, 241 verbundenen Seite mit Masse verbunden sein. Möglich ist es jedoch auch, die einander benachbarten Koppelwandler zweier benachbarter Spuren an der äußeren Seite miteinander zu verbinden.

20

Die Reflektoren (231, 232, 281, 282) an den Spuren können floatend ausgebildet oder mit der Masse verbunden sein.

25

Es ist auch wie dargestellt ein Anschluss der Reflektoren an einen Anschluss der äusseren, angrenzenden Koppelwandler möglich. Der Anschluss kann, anders als in Fig. 2 dargestellt, auch so erfolgen, dass der Reflektor auf genau dem entgegengesetzten Potential zum letzten, angrenzenden Wandlerfinger liegt.

30

Ein- und Ausgang können bzgl. der Anordnung der akustischen Spuren auch vertauscht sein, was im übrigen für alle erfindungsgemäßen Filter gilt.

35

Durch die Fingeranordnung gemäss Figur 2 wird die Symmetrie im Durchlaßbereich gegenüber den bisherigen Anordnungen

deutlich verbessert. Der Wert für die typische Amplitudensymmetrie reduziert sich dabei auf typ. $\pm 0,3$ dB und der Wert für die Phasensymmetrie auf typ. $\pm 2^\circ$. Das Symmetrieverhalten dieses Filters ist bezüglich Amplitudensymmetrie in Figur 3 und bezüglich Phasensymmetrie in Figur 4 dargestellt. Aufgetragen ist jeweils der Differenzwert der beiden Signale a_1 und a_2 gegen die Frequenz f .

Beispiel 2: Impedanztransformierendes symm./symm. Filter (Figur 5)

Die Figur 5 ist mit Beispiel 1 bezüglich der layoutmässigen Anordnung identisch, bis auf den zweiten isoliert herausgeführten Anschluss 511 des mittleren Wandlers 510 der Eingangsspur. Dieser wird im Gegensatz zur Ausführung 1 nicht auf Masse gelegt, sondern dient als zweiter Anschluss für das symmetrische Signal auf der niederohmigen Filterseite. Die Verbesserung der Symmetrie im Durchlaßbereich ist vergleichbar mit den Ergebnissen der Ausführung 1.

Beispiel 3: Nicht impedanztransformierendes unsymm./symm. Filter (Figur 6)

In dieser Ausführungsform werden die mittleren Wandler 610 und 660 der beiden Spuren geteilt und in Serie geschaltet, jedoch nur in einer Spur symmetrisch betrieben. In der zweiten Spur ist einer der beiden Teilwandler mit dem Signal belegt und der zweite Teilwandler wird auf Masse gelegt, die Spur ist also unsymmetrisch betrieben.

Beispiel 4: Nicht impedanztransformierendes symm./symm. Filter (Figur 7)

In einer vierten Ausführungsform wird der mittlere Wandler 710 und 760 in beiden Spuren geteilt und in Serie geschaltet. Damit lassen sich beidseitig symm. betreibbare Filter hoher

Selektion bevorzugt ohne impedanztransformierende Wirkung realisieren.

5 Durch Unterschiede in den Aperturen der beiden Spuren 600/690 bzw. 700/790 lassen sich die Beispiele 3 und 4 auch in impedanztransformierende Filter abwandeln.

10 Durch die für den Idealfall nahezu identischen Signale vom Eingang zum Ausgang lassen sich insbesondere für die Beispiele 1 und 4 sehr hohe Selektionen erzielen. Im Durchlassbereich führt die noch symmetrischere Ansteuerung der gesplitteten Teilwandler zur gewünschten Verbesserung der Amplituden- und Phasensymmetrie: (siehe Figur 3 und 4).

15 Amplitudendifferenz: $< \pm 0,3 \text{ dB typ.}$
Phasendifferenz: $< \pm 2^\circ \text{ typ.}$

20 Auch für den Sperrbereich hat die Verbesserung der Symmetrie der akustischen Spuren gemäß Ausführung 1-4 einen Vorteil: die Unterdrückung im Stopband wird durch die verbesserte Auslöschung der symm. Signale erhöht, was durch die Wahl eines entsprechend symmetrischen Gehäuses unterstützt wird.

25 Nachfolgend werden für die Ausführungen 1+4 die darauf abgestimmten Gehäuse- und Verbindungstechniken beschrieben.

Beispiel 5: Gehäuse für impedanztransformierendes unsymm./symm. Filter (Figur 8)

30 Ein DMS-Filter nach Figur 2 besteht aus zwei akustischen Spuren 200 und 290, wobei die Eingangsspur unsymm. und die Ausgangsspur symmetrisch angeschlossen ist. Die beiden Spuren sind parallel angeordnet und die Symmetrieachse liegt senkrecht zur Ausbreitungsrichtung x der beiden Spuren. Die
35 beiden Anschlüsse der Eingangsspur (IN und Masse) liegen auf der Symmetrieachse M , die beiden symmetrischen Anschlüsse der Ausgangsspur (OUT bal) liegen symm. zur Symmetrieachse, was

nur durch die erfindungsgemäße Verwendung eines V-Split Wandlers möglich ist. Um eine maximal gute Entkopplung zwischen Ein- und Ausgangssignal zu erhalten, wird bei der Eingangsspur das Massepad des Eingangswandlers zwischen die beiden akustischen Spuren gelegt und das Pad des heißen Eingangssignals (IN) nach außen orientiert. Dadurch ist der Abstand der Signalpads von Ein- und Ausgang bezogen auf die Chipgröße maximal und die Massefläche zwischen den akustischen Spuren erzeugt eine weitere Entkopplung der Signale. Der Masseanschluß der Reflektoren kann auch zwischen den akustischen Spuren erfolgen.

Das Gehäuse G bekommt nun ein entsprechendes Layout (siehe Figur 8), d.h. das Eingangslötpad (IN) liegt auf der Symmetrieachse an dem einen Ende des Gehäuses und die Ausgangslötpads (OUT- und OUT+) liegen symm. zur Symmetrieachse M am anderen Ende des Gehäuses. In der Mitte sind die Masselötpads angeordnet. Die gehäuseinternen Verbindungswege sind ebenfalls absolut symmetrisch gestaltet, so dass ein ideal symmetrisches Gesamtlayout erreicht wird. Somit addieren sich erfindungsgemäß drei Faktoren, die bereits für sich, vor allem aber in ihrer synergistischen Wirkung im Filter eine gute Sperrbereichsunterdrückung bewirken:

- absolute Symmetrie des Chiplayouts
- absolute Symmetrie des Gehäuselayouts
- maximale Entkopplung zwischen Ein- und Ausgang durch die dazwischenliegende Masse sowohl auf dem Chip als auch im Gehäuse

Figur 14 zeigt die gemessene Übertragungsfunktion eines Filters bei ca 1GHz, das in einem entsprechenden Gehäuse realisiert wurde. Die Stopbandunterdrückung beträgt typ. >65dB oberhalb des Durchlaßbereiches.

Auch die Symmetrie im Durchlassbereich wird durch das ideal symmetrische Gehäuse mit den durch die Bumpverbindungen stark

reduzierten, in den symmetrischen Pfaden gleichmäßigen und gut reproduzierbaren Induktivitäten nochmals verbessert. Das symmetrische Signal, das durch die Akustik sehr rein erzeugt wird, wird auf seinem Weg auf dem Chip und durch das Gehäuse
5 nahezu nicht mehr in seiner Symmetrie gestört.

Figur 10 und 11 zeigt die im Durchlassbereich nahezu ungestörte Symmetrie eines DMS-Filters, das gemäß der Erfindung eine verbesserte Symmetrie in den akustischen
10 Spuren aufweist und in das eben beschriebene 5-pinnige Gehäuse eingebaut wurde. Durch diese Kombination erreicht man eine typische Amplitudensymmetrie (Figur 10) von
$$\Delta \text{ampltyp} < \pm 0,1 \text{ dB}$$
und eine typische Phasensymmetrie (Figur 11) von
15
$$\Delta \phi \text{typ} -180^\circ < \pm 0,5^\circ.$$

Beispiel 6: Gehäuse für nicht impedanztransformierendes symm./symm. Filter (Figur 12)

20 Die beiden Spuren eines DMS-Filter, beispielsweise eines Filters gemäß Figur 7, sind parallel angeordnet und die Symmetrieachse M liegt senkrecht zur Ausbreitungsrichtung x der beiden Spuren. Die beiden symmetrischen Anschlüsse der Eingangsspur (IN bal) liegen ebenso wie die beiden
25 symmetrischen Anschlüsse der Ausgangsspur (OUT bal) durch die zweifache Verwendung eines V-Splits symm. zur Symmetrieachse. Um eine maximal gute Entkopplung zwischen Ein- und Ausgangssignal zu erhalten, wird der Masseanschluß für die Reflektoren zwischen die beiden akustischen Spuren gelegt und
30 die Pads der heißen Eingangs- und Ausgangssignale jeweils nach außen orientiert. Dadurch ist der Abstand der Signalpads von Ein- und Ausgang bezogen auf die Chipgröße maximal und die Massefläche zwischen den akustischen Spuren erzeugt eine weitere Entkopplung der Signale.

35

Das Gehäuse G bekommt nun ein entsprechendes Layout, d.h. die Eingangslötpads (IN- und IN+) liegen symm. zur Symmetrieachse

M an dem einen Ende des Gehäuses und die Ausgangslötpads (OUT- und OUT+) liegen symm. zur Symmetrieachse am anderen Ende des Gehäuses. In der Mitte sind die Masselötpads angeordnet. Die gehäuseinternen Verbindungswege werden
5 ebenfalls absolut symmetrisch gestaltet, so dass Filter samt Gehäuse ein ideal symmetrisches Gesamtlayout mit entsprechenden guten Ergebnissen ergeben.

Eine weitere Ursache für Unsymmetrien kann in
10 Fertigungsstreuungen bei den elektrischen Anschlüssen liegen, wie es bei Bonddrähten (unterschiedliche Länge) fast nicht zu vermeiden ist. Aus diesem Grund wird bei den Gehäusen in den Ausführungen 5 und 6 als Verbindungstechnik vorzugsweise die Bumptechnologie verwendet. Deren Induktivitäten sind sehr
15 klein und auch gut reproduzierbar. Der Chip wird dabei kopfüber mittels sogenannter Bumps oder Lotkugeln mit dem Gehäuse verlötet. Auf diese Weise sind die Unsymmetrien durch Schwankungen der Verbindungsinduktivitäten auf ein Minimum reduziert bzw. vernachlässigbar.

Bezugszeichenliste

Für die jeweilige Figur "x" gilt:

5	x10	Mittelwandler/Eingang
	x60	Mittelwandler/Ausgang
	x11	Teilwandler von x10
	x12	Teilwandler von x10
	x61	Teilwandler von x60
10	x62	Teilwandler von x60
	x21	Koppelwandler/Eingangsspur
	x22	Koppelwandler/Eingangsspur
	x71	Koppelwandler/ Ausgangsspur
	x72	Koppelwandler/ Ausgangsspur
15	x31	Reflektoren/Eingangsspur
	x32	Reflektoren/Eingangsspur
	x81	Reflektoren/ Ausgangsspur
	x82	Reflektoren/ Ausgangsspur
	x00	Spur/Eingang
20	x90	Spur/Ausgang
	X	Ausbreitungsrichtung der OFW
	M	Symmetrieachse/-ebene
	G	Gehäuse

Patentansprüche

1. SAW-Filter nach dem DMS-Filtertyp,

- mit zumindest einer auf einem piezoelektrischen Substrat ausgebildeten akustischen Spur, welche eine Anzahl von n ersten Interdigitalwandlern (910) als Signaleingang oder -ausgang und n+1 zweiten Interdigitalwandlern (971,972) als Signalausgang oder -eingang aufweist, wobei $n \in \mathbb{N}$, und wobei diese Interdigitalwandler sich zwischen mindestens zwei die akustische Spur begrenzenden Reflektorstrukturen (931,932) befinden,
- bei dem mindestens eine akustische Spur (990) einen symmetrisch zur Senkrechten (M) der Ausbreitungsrichtung (x) in Teilwandler (911,912) gesplitteten Mittelwandler (910) besitzt,
- welches in zur genannten Senkrechten (M) symmetrischer Weise mit einem Gehäuse (G) mit Anschlußpads oder Anschlußpins verbunden ist, so daß eine achsensymmetrische Anschlußbelegung gegeben ist.

2. SAW-Filter nach Anspruch 1,

- mit zumindest zwei auf einem piezoelektrischen Substrat ausgebildeten akustischen Spuren, welche Spuren jeweils eine Anzahl von n mit $n \in \mathbb{N}$ ersten Interdigitalwandlern (110,160) als Signaleingang oder -ausgang und n+1 zweiten Interdigitalwandlern (121,122; 171,172) als Koppelwandler aufweist und diese Interdigitalwandler sich zwischen mindestens zwei die akustische Spur begrenzenden Reflektorstrukturen (131,132) befinden,
- bei dem mindestens eine akustische Spur (190) einen symmetrisch zur Senkrechten (M) der Ausbreitungsrichtung (x) in Teilwandler (161,162) gesplitteten Mittelwandler (160) besitzt,
- welches in symmetrischer Weise mit einem Gehäuse (G) mit Anschlußpads oder Anschlußpins verbunden ist, so daß eine achsensymmetrische Anschlußbelegung gegeben ist.

3. SAW-Filter nach Anspruch 1 oder 2,
bei dem mindestens zwei akustische Spuren (600,690) einen
symmetrisch zur Senkrechten (M) der
Ausbreitungsrichtung (x) in Teilwandler (611,612,661,662)
5 gesplitteten Mittelwandler (610,660) besitzen und jeweils
die Summe der Fingeranzahl der in einer akustischen Spur
(600,690) befindlichen gesplitteten Teilwandler gerade
ist, und die Fingeranzahl der Teilwandler jeweils gerade
oder ungerade ist.
- 10 4. SAW-Filter nach einem der Ansprüche 1-3,
bei welchem die Anbindung an das Gehäuse (G) eine
Bumpverbindung umfaßt.
5. SAW-Filter nach einem der Ansprüche 1-4,
15 welches durch Flip-Chip-Technik in das Gehäuse (G)
eingebaut ist.
6. SAW-Filter nach einem der Ansprüche 1-5,
bei dem die zweiten Interdigitalwandler (210,510) eine
20 gerade Anzahl von Elektrodenfingern aufweisen.
7. SAW-Filter nach einem der Ansprüche 1-6,
(2) bei dem mindestens eine akustische Spur (190) genau
einen in zwei Teilwandler (161,162) gesplitteten
25 Mittelwandler (160), zwei Koppelwandler (171,172) und je
mindestens eine endständige Reflektorstruktur (181,182)
aufweist.
8. SAW-Filter nach einem der Ansprüche 1-7
30 bei dem nicht gesplittete Mittelwandler (210,510) eine
gerade Anzahl von Elektrodenfingern aufweisen.
9. SAW-Filter nach einem der Ansprüche 1-8,
das in ein ideal symmetrisches Gehäuse (G) mit fünf
35 Anschlüssen eingebaut ist, wobei das Anschlußpad für den
Eingang auf der Symmetrieachse (M) und die Anschlußpads
für den Ausgang und die Masse jeweils symmetrisch zur

Symmetrieachse liegen.

- 10.SAW-Filter nach einem der Ansprüche 1-8,
das in ein ideal symmetrisches Gehäuse (G) mit sechs
5 Anschlüssen eingebaut ist, wobei die Anschlußpads für die
Masse symmetrisch zur Symmetrieachse (M) zwischen den
Anschlußpads für Ein- und Ausgang angeordnet sind.
- 11.SAW-Filter nach einem der Ansprüche 1-10
10 bei dem die beiden Masselötpads zu einem gemeinsamen, zur
Symmetrieachse symmetrischen Pad zusammengefaßt sind.
- 12.SAW-Filter nach einem der Ansprüche 1-11
bei dem die Masselötpads zwischen den Ein- und
15 Ausgangspads angeordnet sind.
- 13.SAW-Filter nach einem der Ansprüche 1-12
bei welchem die Gesamtfiltergröße kleiner oder gleich
3.0x3.0mm² ist.
20
- 14.SAW-Filter nach einem der Ansprüche 1-13
bei welchem die Gesamtfiltergröße kleiner oder gleich
2.0x2.5 mm² ist.
- 25 15.SAW-Filter nach einem der Ansprüche 1-14,
welches eine Impedanztransformation aufweist.
- 16.SAW-Filter nach Anspruch 15,
bei dem die Impedanztransformation das Verhältnis 1:4
30 aufweist.
- 17.SAW-Filter nach Anspruch 15 oder 16,
welches für eine Impedanztransformation von 50/150Ω oder
50/200Ω ausgelegt ist.
35
- 18.SAW-Filter nach einem der Ansprüche 1-14,
welches mit einer Impedanz von 200/200Ω abgeschlossen

ist.

19. Anwendung eines SAW-Filters nach einem der vorangehenden Ansprüche in unsymmetrisch/symmetrischer Betriebsweise.

5

20. Anwendung eines SAW-Filters nach einem der vorangehenden Ansprüche in symmetrisch/symmetrischer Betriebsweise.

1/7

FIG 1

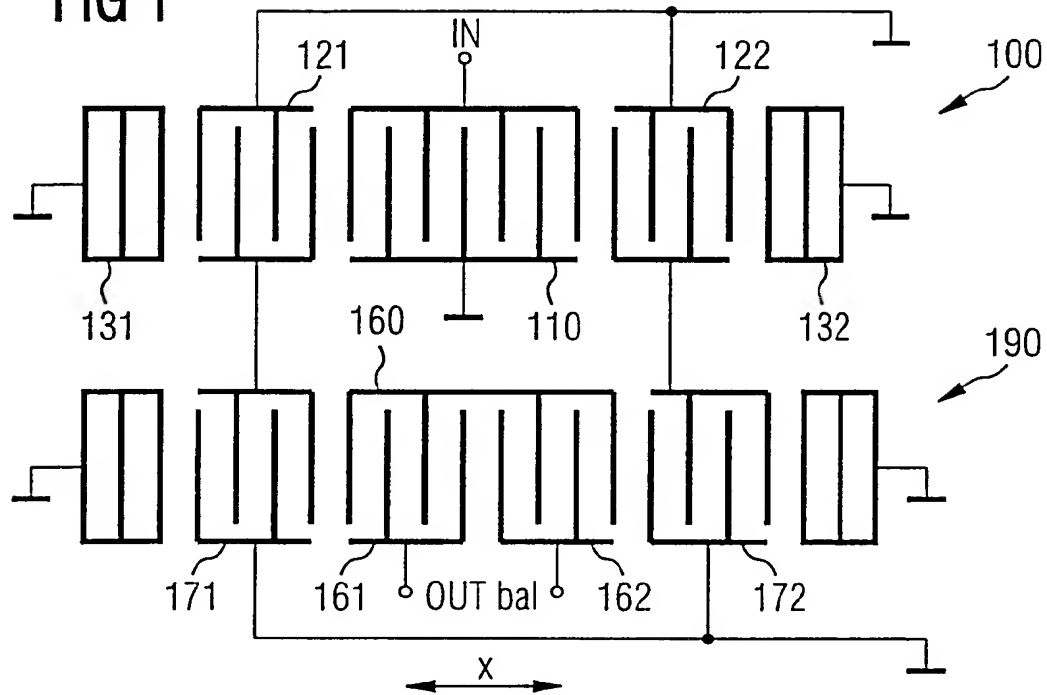


FIG 2

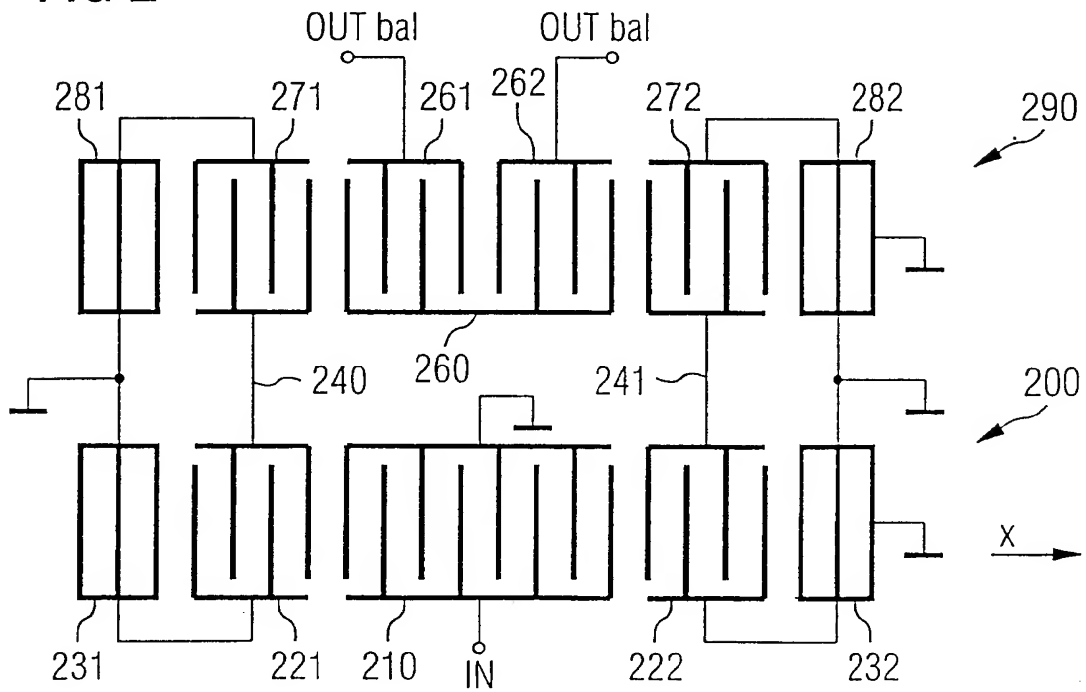


FIG 3

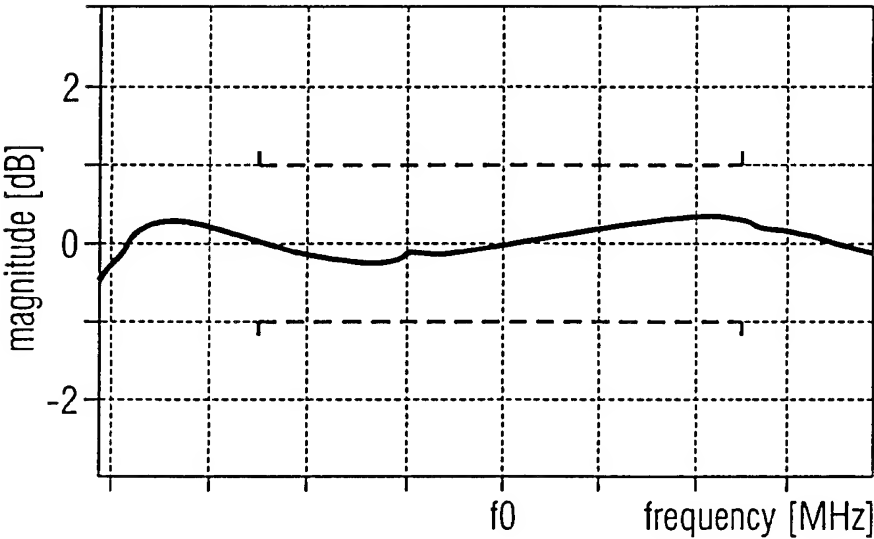


FIG 4

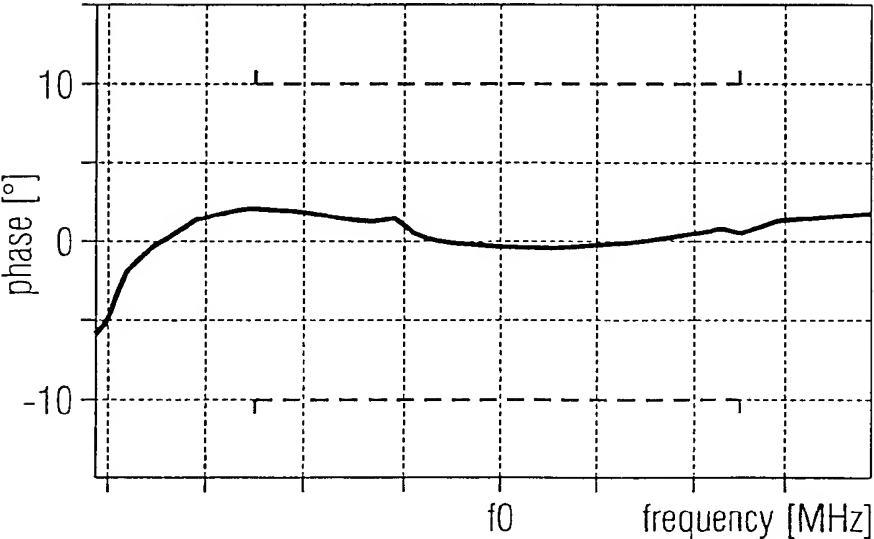


FIG 5

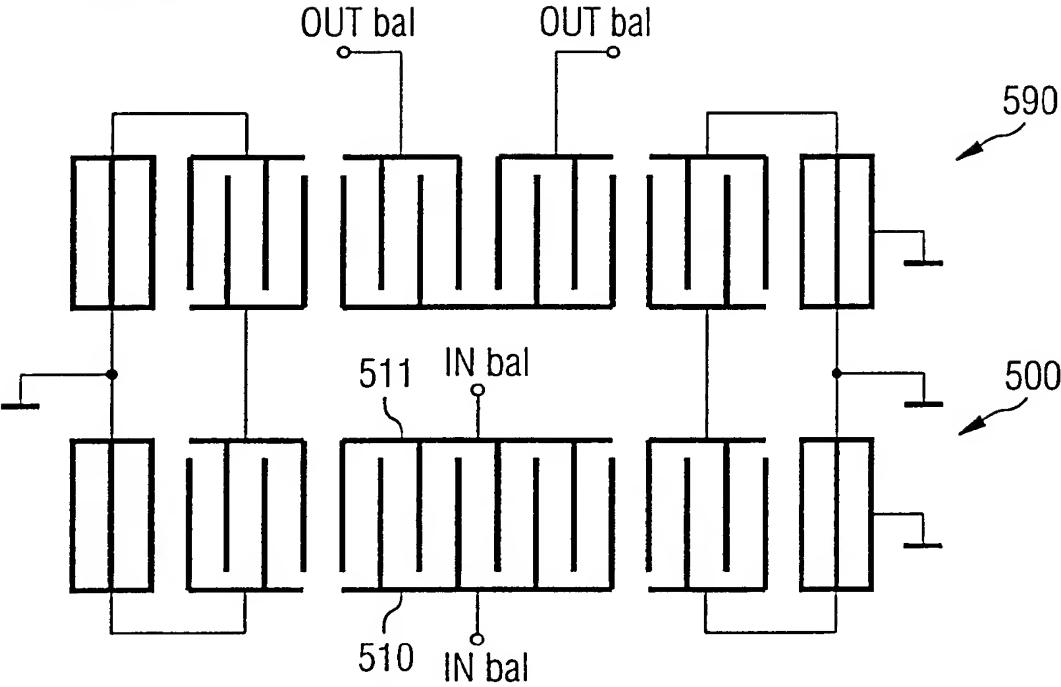
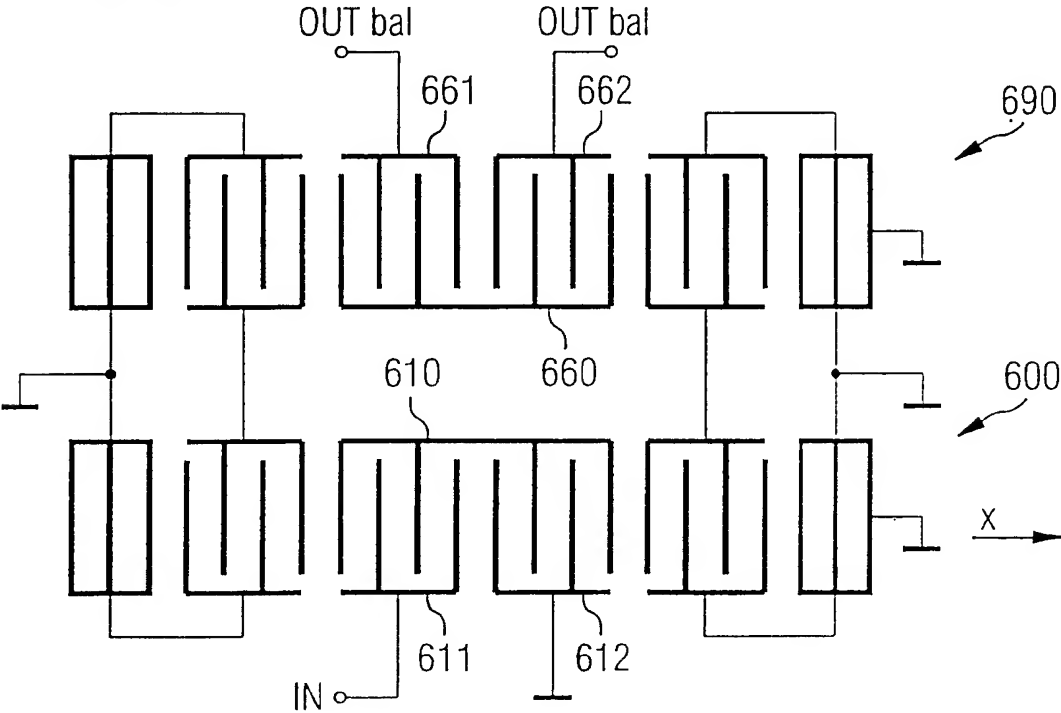


FIG 6



4/7

FIG 7

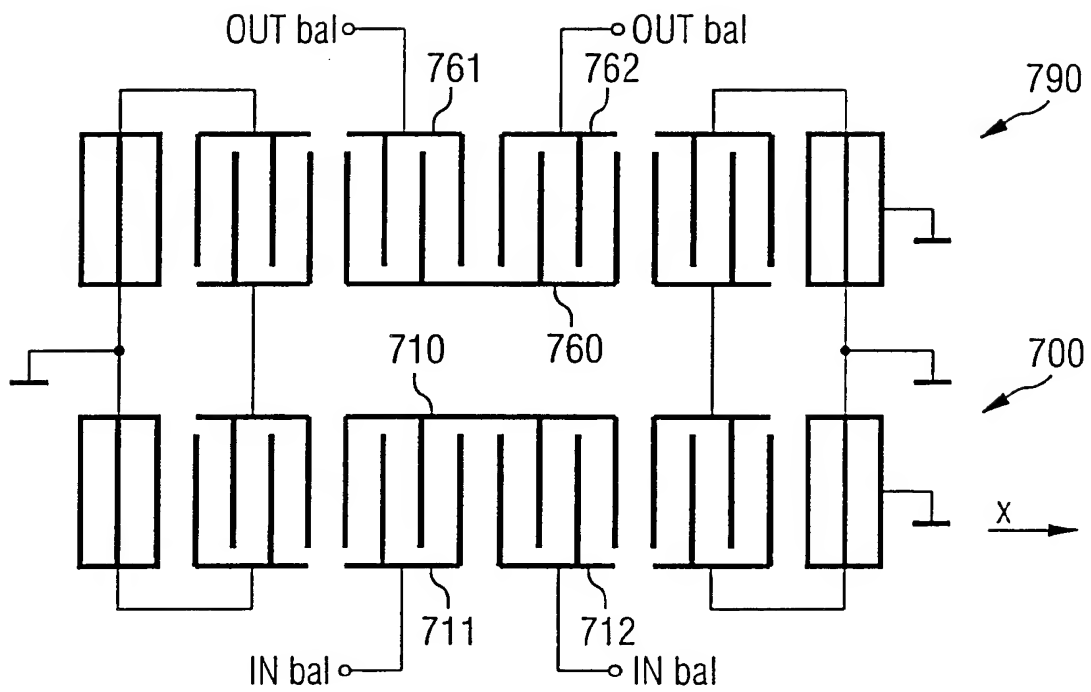


FIG 9

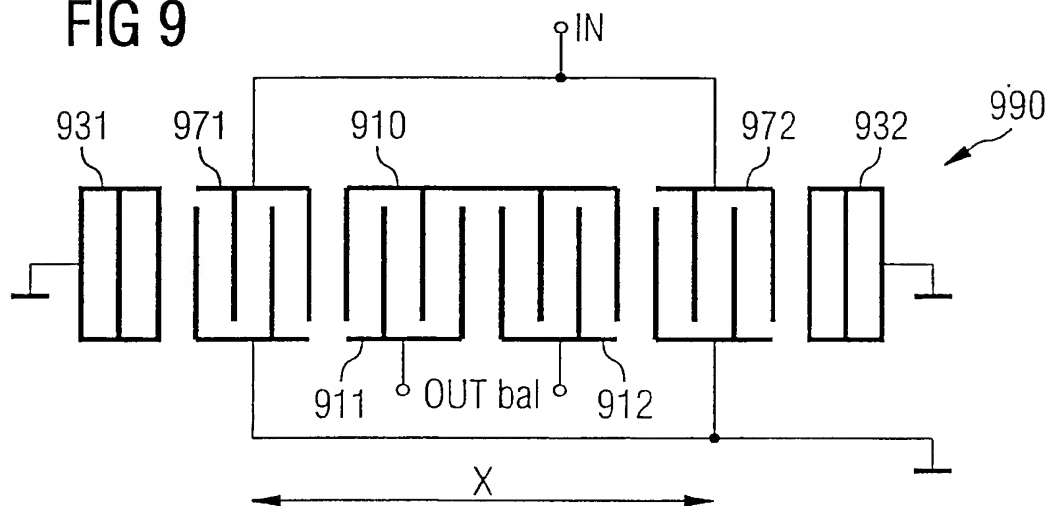


FIG 8

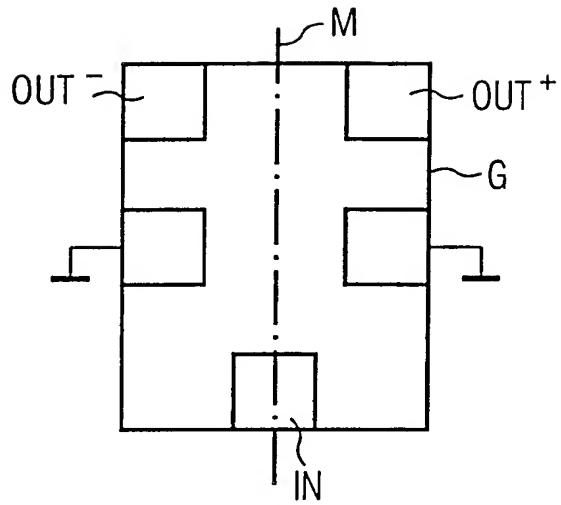


FIG 12

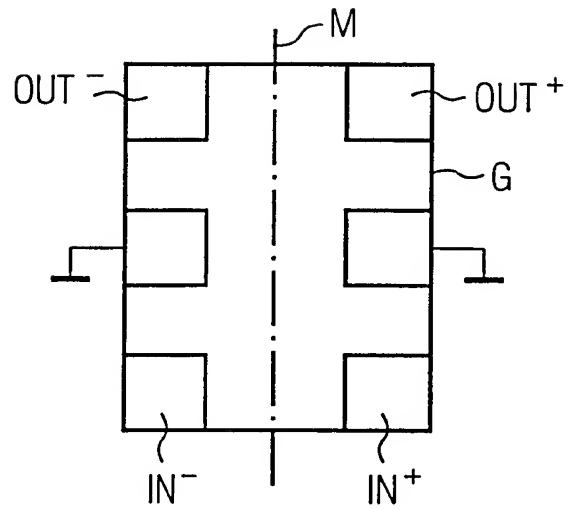
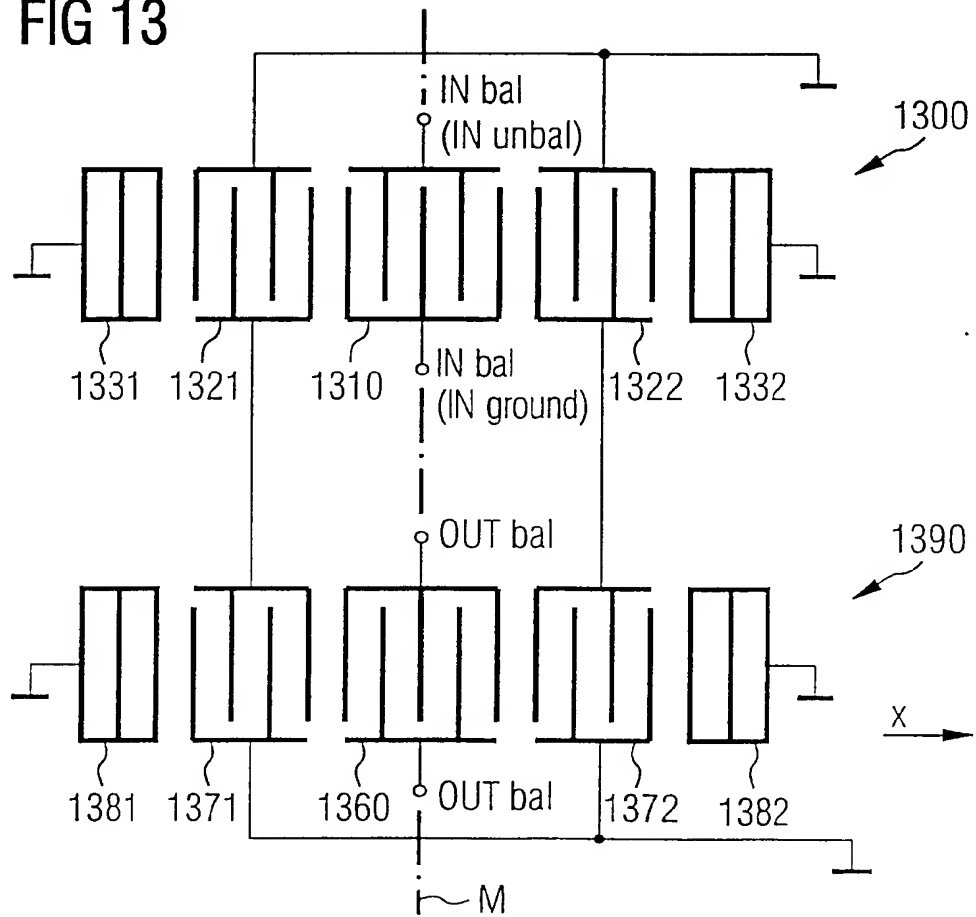


FIG 13



6/7

FIG 10

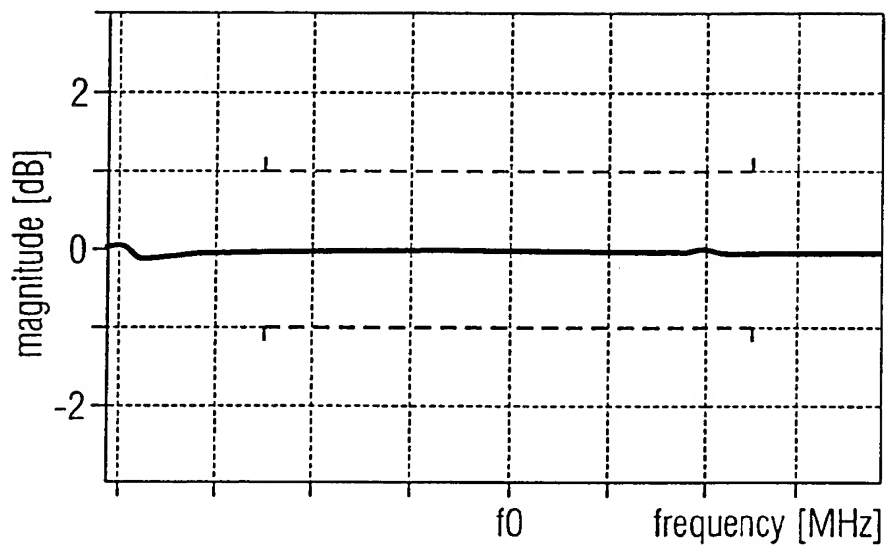


FIG 11

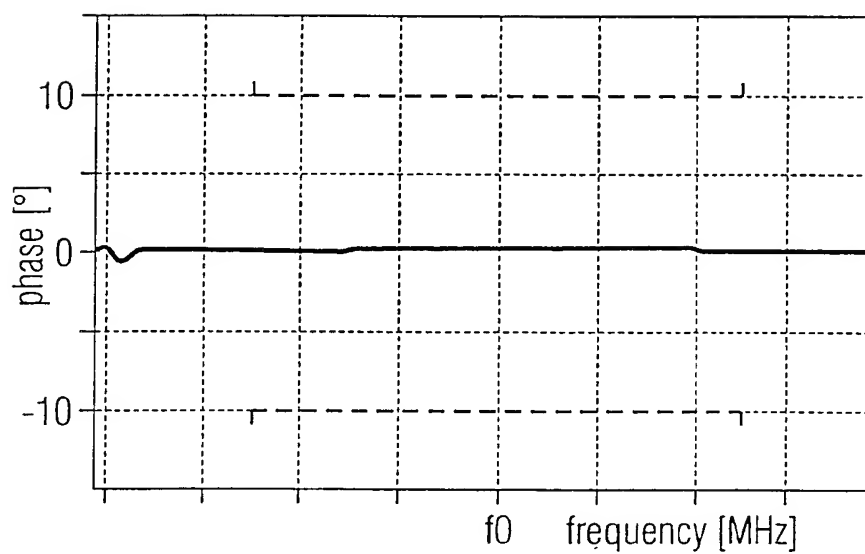
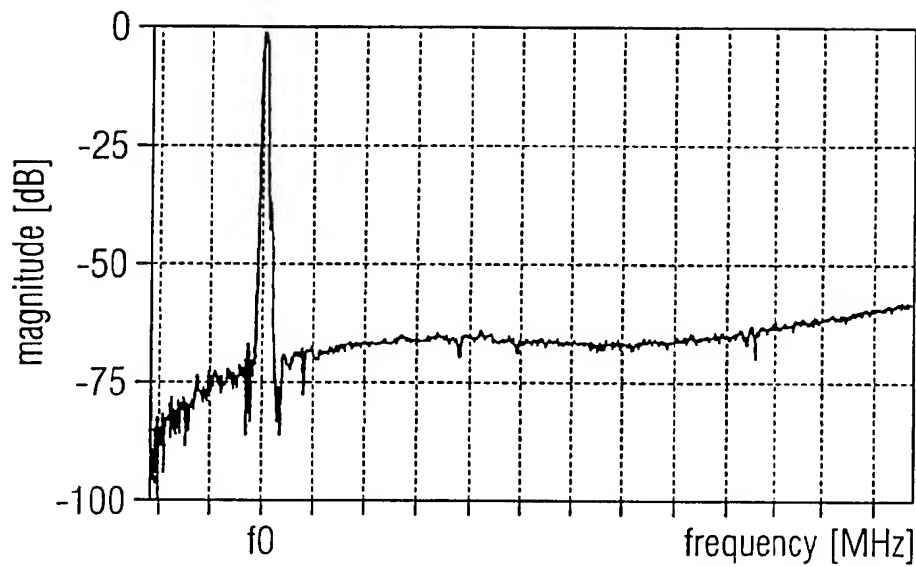


FIG 14



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/DE 01/00653

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 H03H9/64

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 H03H

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 198 18 826 A (SIEMENS MATSUSHITA COMPONENTS) 4 November 1999 (1999-11-04)	1-3,6, 15-17, 19,20
A	the whole document	7,8
X	WO 97 00556 A (NORTHERN TELECOM LTD) 3 January 1997 (1997-01-03) page 6, line 35 -page 8, line 15	1



Further documents are listed in the continuation of box C.



Patent family members are listed in annex.

° Special categories of cited documents :

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- *8* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

3 August 2001

Date of mailing of the international search report

13/08/2001

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Coppieters, C

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/DE 01/00653

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 19818826 A	04-11-1999	NONE	
WO 9700556 A	03-01-1997	CA 2178438 A US 5790000 A US 5835990 A	17-12-1996 04-08-1998 10-11-1998

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 01/00653

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

IPK 7 H03H9/64

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 H03H

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 198 18 826 A (SIEMENS MATSUSHITA COMPONENTS) 4. November 1999 (1999-11-04)	1-3,6, 15-17, 19,20 7,8
A	das ganze Dokument	
X	WO 97 00556 A (NORTHERN TELECOM LTD) 3. Januar 1997 (1997-01-03) Seite 6, Zeile 35 -Seite 8, Zeile 15	1



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

E älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

L Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

O Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

P Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung: die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung: die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann nahelegend ist

G Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

3. August 2001

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

13/08/2001

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax. (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Coppieters, C

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 01/00653

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 19818826 A	04-11-1999	KEINE	
WO 9700556 A	03-01-1997	CA 2178438 A	17-12-1996
		US 5790000 A	04-08-1998
		US 5835990 A	10-11-1998